

# GALINGUMO UGDYMO POVEIKIS BĖGIMO MAKSIMALIUOJU GREIČIU KINEMATINIAMS RODIKLIAMS

**Danguolė Satkunskienė, Donatas Rauktys, Aleksas Stanislovas**

*Lietuvos kūno kultūros akademija, Kaunas, Lietuva*

**Danguolė Satkunskienė.** Socialinių mokslų daktarė docentė. Lietuvos kūno kultūros akademijos Edukologijos fakulteto dekanė. Mokslinių tyrimų kryptis — žmogaus judesių biocheminiai tyrimai, sportininkų technikos veikslių modeliavimas.

## SANTRAUKA

*Tyrimo tikslas — įvertinti galingumo ugdymo poveikį bėgimo maksimaliuoju greičiu kinematiniais rodikliais. Buvo tiriama devyni LKKA lengvosios atletikos katedros studentai vaikinai, iš kurių tolimesnei duomenų analizei buvo atrinkti septyni nepraleidę nė vienos treniruotės ir dalyvavę visuose testavimuose. Tiriamųjų amžius —  $26 \pm 2,51$  m., ūgis —  $183 \pm 4,11$  cm, svoris —  $76 \pm 3,27$  kg, jų 60 m bėgimo rezultatas — 6,77—7,51 s.*

*Tyrimo metu buvo taikoma 8 savaičių (2—1, 2—2) galingumo ugdymo programa, kurios metu per pirmas keturias savaites buvo akcentuojamas galingumo ištvėrmės ugdymas, penktą—aštuntą — galingumo ugdymas.*

*Bėgimo judesiai buvo registruojami 100 Hz BASLER A600f vaizdo kamera, naudojant specializuotą judesių registravimo programą TEMPLO Standart. Bėgimo greičiui apskaičiuoti naudoti du optiniai jutikliai, registruojantys 10 m bėgimo trukmę. Vidutinis 10 m bėgimo greitis buvo apskaičiuojamas pagal lygtį: vidutinis bėgimo greitis = nuotolis / nuotolio įveikimo laikas.*

*Bėgimo technikos analizė atlikta naudojant specializuotą judesių analizės programą SIMI MOTION 2D. Šia programa iš nuflmuoto vaizdo apskaičiuoti šie žingsnio kinematiniai rodikliai: atramos trukmė, žingsnio ilgis, bėgimo tempas, klubo sąnario momentinis kampas ir kampinis greitis viso ciklo metu. Buvo analizuojamas maksimalus šlaunies lenkimo kampas mosto metu, šlaunies kampas su vertikale kojos pastatymo ir atitraukimo momentu, maksimalusis šlaunies tiesimo greitis kojos pastatymo momentu, maksimalusis šlaunies tiesimo greitis atramos metu, pėdos trajektorija, klubo ir kelio sąnarių kampų sąveika.*

*Skaičiavimai buvo atliekami naudojant programos SPSS 12.0 statistinį paketą. Jėgos ištvėrmės ir jėgos greičio lavinimo programos poveikis bėgimo technikai įvertintas Vilkoksono testu. Vertinant skirtumo patikimumą, imamas  $p < 0,05$  reikšmingumo lygmuo (95% patikimumas), skirtumo atmetimo klaida — 20% (80% statistinis galingumas).*

*Po mezociklo patikimai sumažėjo maksimalus šlaunies lenkimo kampas mosto metu. Nors šio pokyčio patikimumas siekia 97% ( $p = 0,03$ ), statistinė skirtumo galia nepakankama (skirtumo atmetimo klaida — 61,1%). Kiti bėgimo technikos rodikliai patikimai nesiskyrė, tačiau po mezociklo galima pastebėti tam tikrą maksimaliojo bėgimo greičio, žingsnio dažnio ir žingsnio ilgio padidėjimą, atramos ir polėkio trukmės sumažėjimą. Kai kurių sportininkų pėdos judėjimo amplitudė po mezociklo sumažėjo, tačiau judesio piešinys išliko nepakitęs. Galingumo ugdymas kojos segmentų judėjimo koordinacijos nepaveikė.*

**Raktažodžiai:** sprints, bėgimo kinematiniai rodikliai, galingumo ugdymas.

## ĮVADAS

Trumpųjų nuotolių bėgimo rezultatai lemia atletų gebėjimas veiksmingai padidinti startinį greitį ir maksimalų bėgimo greitį. Šie sportininkų gebėjimai priklauso nuo daugelio veiksnių, iš kurių norėtume išskirti bėgimo techniką (judesių kinematiniai rodikliai) ir raumenų galingumą.

A. Knicker (1997) ištyrė išorinės apkrovos poveikį bėgimo mechaninėms ypatybėms ir nustatė, kad netgi mažos apkrovos reikšmingai keičia bėgi-

mo kinematiniai rodikliai ir raumenų veiklos koordinaciją. Autorius pabrėžė, kad bėgimas įveikiant pasipriešinimą buvo „panašus, tačiau ne identiškas“ bėgimui įsibėgėjimo / pagreitėjimo nuotolio tarpe. Bėgimui įveikiant pasipriešinimą (tempiant svorį) būdingas mažesnis žingsnio ilgis, dažnis, mažesnė polėkio (Letzelter et al., 1995) ir kojos mosto (Cronin et al., 2008) trukmė, didesnė atramos trukmė, o bėgimo liemuo labiau pasviręs pirmyn (Letzelter et al., 1995; Cronin et al., 2008), kelio lenkimo

kampas didesnis (Cronin et al., 2008). Bėgimas su svoriu (liemene, kurios svoris sudaro 15 ir 20% kūno svorio) padidina atramos trukmę, sumažina mosto trukmę ir liemens pasvyrimo kampą (Cronin et al., 2008).

R. J. Corn ir D. Knudson (2003) nustatė, kad tempiant sportininką tampria virve išibėgėjimo metu reikšmingai padidėja bėgimo greitis, žingsnio ilgis bei sumažėja atstumas tarp pėdos ir kūno masės centro projekcijos. A. Mero ir P. V. Komi (1987) raumenų elektrinio aktyvumo bei atramos reakcijos jėgos bėgant sub- ir super- maksimaliuoju greičiu tyrimai parodė, kad bėgant super- maksimaliuoju greičiu (tempiant sportininkus) reikšmingai padidėja raumenų aktyvumas prieš pat kojos pastatymą ir atramos reakcijos jėga kojos pastatymo momentu, tačiau atsispyrimo metu nei raumenų aktyvumas, nei atramos reakcijos jėga patikimai nesiskiria nuo bėgimo submaksimaliuoju greičiu. J. S. LeBlanc ir P. L. Gervais (2004) atliko vyrų sprinterių bėgimo kinematinį rodiklių pokyčių analizę bėgant natūraliai, palengvintomis ir pasunkintomis sąlygomis išibėgėjimo ir maksimalaus bėgimo metu. J. S. LeBlanc ir P. L. Gervais nerado patikimo skirtumo tarp natūralaus bėgimo maksimaliuoju greičiu ir bėgimo palengvintomis sąlygomis. Palyginus skirtingo meistriškumo sportininkų bėgimo kinematinis rodiklius bėgant maksimaliuoju greičiu natūraliai ir palengvintomis sąlygomis (tempiant gumą) (Satkunskienė, Rautkys, 2007), buvo nustatyti statistškai patikimi pokyčiai. Patikimai padidėjo mažesnio meistriškumo sportininkų bėgimo greitis, bėgimo tempas, žingsnio ilgis ir šlaunies tiesimo greitis kojos pastatymo ant atramos momentu, sumažėjo atramos trukmė, šlaunies lenkimo kampas statant koją ant atramos. Didesnio meistriškumo sportininkų patikimai padidėjo bėgimo greitis, žingsnio ilgis ir maksimalusis šlaunies tiesimo greitis atramos metu, sumažėjo atramos trukmė ir šlaunies lenkimo kampas mosto pirmyn metu.

Mokslinėje literatūroje aptinkama nemažai tyrimų, analizuojančių bėgimo greičio rezultatų kaitos priklausomumą nuo treniruočių krūvio. Kaip veikia bėgimo greitį jėgos lavinimo pratimai, tyrinėjo M. C. Morrissey ir kt., (1995), J. M. McBride ir kt. (2002), J. O. Marx ir kt. (2001), A. Zafeiridis ir kt. (2005), K. Bradauskienė (2007). Greitumą lavinančių pratimų poveikį bėgimo greičiui nagrinėjo A. Zafeiridis ir kt. (2005), C. Delecluse ir kt. (1995), A. Stanislovaitis ir kt. (2008). Jėgos lavinimo pratimų, taikomų kartu su maksimaliojo bėgimo greičio ugdymu, poveikį bėgimo greičiui tyrinėjo J. E. Newberry ir L. Flowers (1999). Tačiau

tik nedaugelis autorių nagrinėjo, kaip fizinių krūvių kryptingumas treniruočių mezociklu veikia bėgimo kinematinis rodiklius. A. Zafeiridis ir kt. (2005) nustatė, kad po 8 savaičių bėgimo pratimų įveikiant pasipriešinimą reikšmingai padidėjo žingsnių dažnis ir sumažėjo liemens pasvyrimo kampas startinio įgreičio metu, tačiau bėgant maksimaliuoju greičiu bėgimo kinematiniai rodikliai patikimai nesiskyrė, lyginant su bėgimu prieš mezociklą. Tenka pastebėti, kad bėgimo technikos pokyčių tyrimai atlikti lyginant tik kelis rodiklius (bėgimo greitį, atramos trukmę, žingsnio ilgį, bėgimo tempą, liemens pasvyrimo kampą), todėl vargu ar galima teigti, kad 8 savaičių jėgą lavinantis treniruočių mezociklas nekeičia bėgimo technikos.

Bėgikų technikos pokyčiai gali būti susiję su raumenų susitraukimo jėgos ir greičio didėjimu, raumenų tarpusavio koordinacijos gerėjimu. Šio **tyrimo tikslas** — nustatyti, ar aštuonių savaičių galingumo ugdymo mezociklas teigiamai veikia bėgimo techniką.

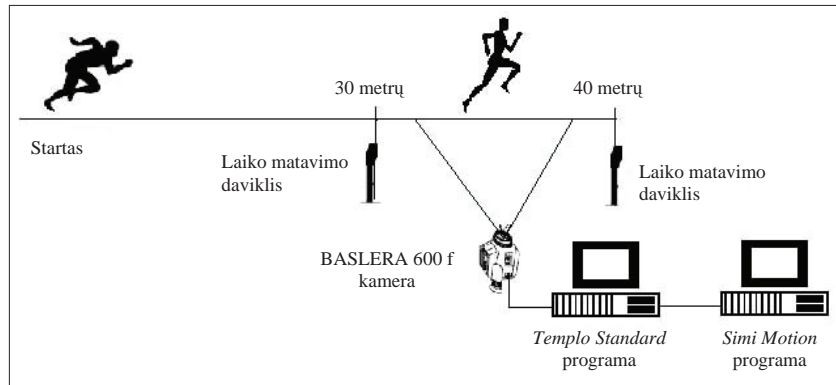
## TYRIMO METODAI

**Tiriamieji.** Buvo tiriami devyni LKKA Lengvosios atletikos katedros studentai vaikinai, iš kurių tolimesnei duomenų analizei buvo atrinkti septyni nepraleidę nė vienos treniruotės ir dalyvavę visuose testavimuose. Tiriamųjų amžius —  $26 \pm 2,51$  m., ūgis —  $183 \pm 4,11$  cm, svoris —  $76 \pm 3,27$  kg, jų 60 m bėgimo rezultatas —  $6,77$ — $7,51$  s.

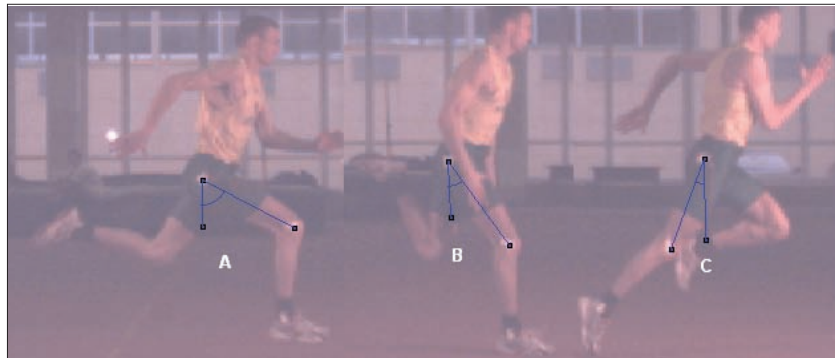
**Ugdymo programos.** Tiriant buvo taikoma 8 savaičių galingumo ugdymo programa. Jos metu per pirmas keturias savaites buvo akcentuojamas galingumo ištvėmės ugdymas, penktą—aštuntą — galingumo ugdymas. Galingumo ugdymo programos metu buvo atliktos 28 treniruotės (mikrociklu 2—1, 2—2; dvi ugdomosios ir viena atsigavimo treniruotė; dvi ugdomosios ir dvi atsigavimo treniruotės).

Akcentuojant galingumo ištvėmę programos metu buvo taikoma: šuoliai aukštyn, daugiašuoliai, šuoliai per kliūtis, bėgimas laiptais aukštyn, bėgimas į kalną, bėgimas vietoje, pakaitinis bėgimas. Pratimų atlikimo trukmė — 20 s, intensyvumas — 60%—90%, poilsis tarp pratimų — nuo 30 s iki 1 min, kartojimų skaičius — nuo 5—10 kartų. Akcentuojant galingumą programos metu buvo taikoma: bėgimas tempiant svorį, šuoliai žemyn nuo paaukštinimo su pašokimu aukštyn, daugiašuoliai, bėgimas iš žemo starto, pratimai, skirti pėdos ir blauzdos lenkiamųjų, nugaros tiesiamųjų,

1 pav. Bėgimo kinematinė rodiklių registravimo schema



2 pav. Šlaunies maksimalus lenkimo kampas mosto metu (A), kojos pastatymo (B) ir atitraukimo (C) nuo atramos momentu



krūtinės raumenų jėgai lavinti naudojant inercinius treniruoklius. Pratimų atlikimo trukmė — iki 5 s, intensyvumas — 100%, kartojimų skaičius — nuo 5 iki 7 kartų, poilsis tarp pratimų — nuo 3—5 min, tarp serijų — 5 min.

#### Bėgimo kinematinė rodiklių registravimas.

Bėgimo kinematinė rodiklių registravimo schema pavaizduota 1 paveiksle. Bėgiko judesiai buvo registruojami 100 Hz BASLER A600f vaizdo kamera, naudojant specializuotą judesių registravimo programą *TEMPLO Standart*.

Bėgimo greičiui apskaičiuoti naudoti du optiniai jutikliai, registruojantys 10 m bėgimo trukmę (1 pav.). Bėgimo trukmės registravimo tikslumas —  $\pm 1$  ms. Vidutinis 10 m bėgimo greitis apskaičiuotas pagal lygtį: vidutinis bėgimo greitis = nuotolis / nuotolio įveikimo laikas.

**Bėgimo kinematinė rodiklių skaičiavimas.** Bėgimo technikos analizė buvo atlikta naudojant specializuotą judesių analizės programą *SIMI MOTION 2D*. Šia programa iš nufilmuoto vaizdo apskaičiuoti žingsnio kinematiniai rodikliai: atramos trukmė, žingsnio ilgis, bėgimo tem-

pas, klubo sąnario momentinis kampas ir kampinis greitis viso ciklo metu. Buvo analizuojamas maksimalus šlaunies lenkimo kampas atliekant mostą (2 a pav.), šlaunies kampas su vertikale kojos pastatymo (2 b pav.) ir atitraukimo momentu (2 c pav.), maksimalusis šlaunies tiesimo greitis kojos pastatymo momentu ir maksimalusis šlaunies tiesimo greitis atramos metu.

**Matematinė statistika.** Skaičiavimai buvo atliekami naudojant programos *SPSS 12.0* statistinį paketą. Galingumą ugdančios programos poveikis bėgimo technikai įvertintas Vilkoksono testu. Vertinant skirtumo patikimumą imamas  $p < 0,05$  reikšmingumo lygmuo (95% patikimumas), skirtumo atmetimo klaida — 20% (80% statistinis galingumas).

## REZULTATAI

Bėgimo technikos rodikliai prieš ir po galingumo ugdymo mezociklo pateikti 1, 2 ir 3 lentelėse. Išanalizavus bėgimo technikos rodiklius nustatyta, kad po mezociklo patikimai sumažėjo maksima-

1 lentelė. Bėgimo kinematinė rodiklių kaita

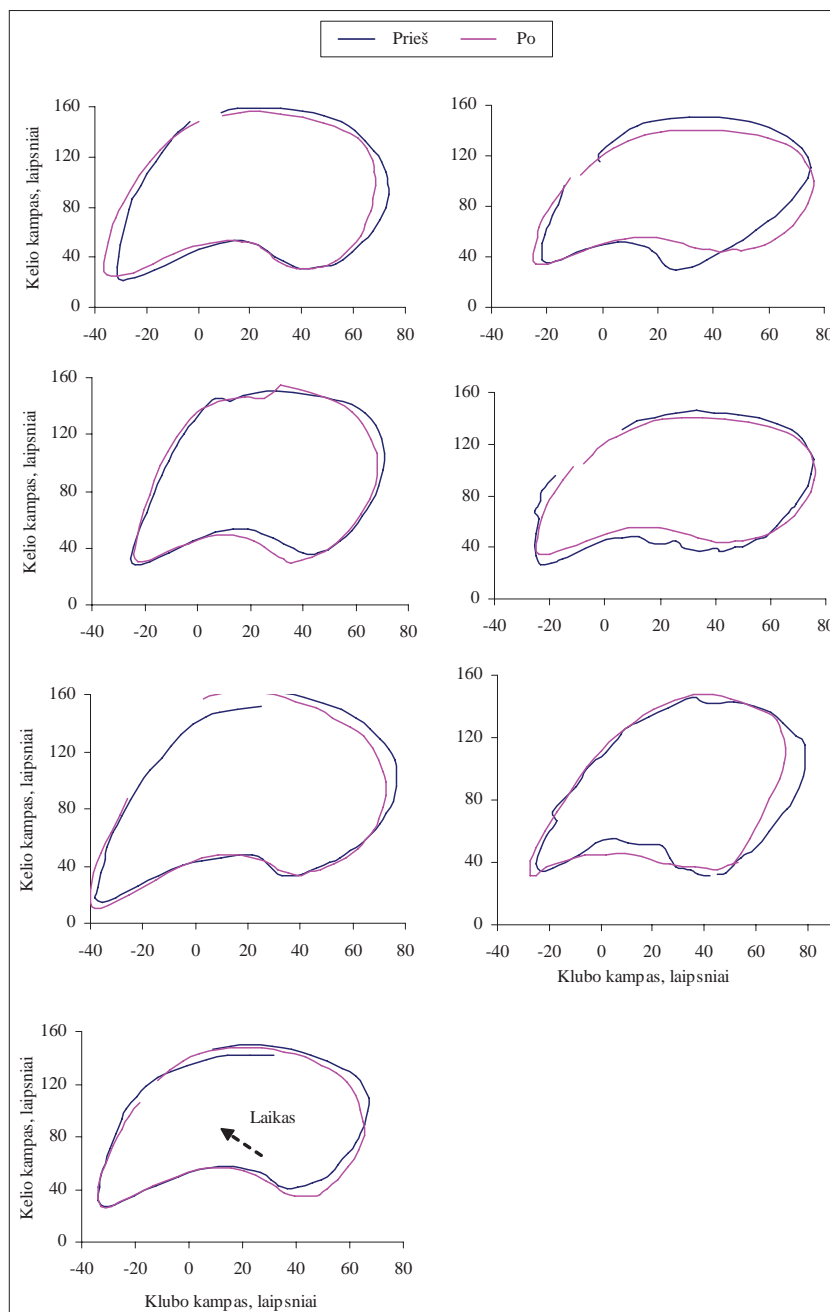
Bėgimas	Bėgimo greitis, m / s	Atramos trukmė, ms	Santykinė atramos trukmė, %	Lėkimo trukmė, ms	Žingsnio ilgis, m	Žingsnio dažnis, žings. / s
Prieš mezociklą	9,62 $\pm$ 0,35	114 $\pm$ 9,76	49,0 $\pm$ 3,38	119 $\pm$ 15,39	2,24 $\pm$ 0,16	4,31 $\pm$ 0,39
Po mezociklo	10,0 $\pm$ 0,57	113 $\pm$ 11,13	49,5 $\pm$ 2,29	115 $\pm$ 10,41	2,28 $\pm$ 0,19	4,42 $\pm$ 0,37
Skirtumo patikimumo lygmuo	0,08	0,78	1	0,50	0,69	0,19

2 lentelė. Šlaunies kampo judėjimo rodiklių kaita

Bėgimas	Šlaunies kampas su vertikale, laipsniai			Šlaunies tiesimo greitis, rad / s	
	Atramos pradžia	Atramos pabaiga	Maksimalus mosto metu	Atramos pradžia	Maksimalus atramos metu
Prieš mezociklą	35,06 ± 3,84	26,42 ± 4,99	74,73 ± 5,11	6,75 ± 0,61	12,53 ± 1,49
Po mezociklo	36,21 ± 3,07	25 ± 7,35	70,75 ± 3,64	7,02 ± 0,73	12,38 ± 1,69
Skirtumo patikimumo lygmuo	0,22	0,47	0,03	0,16	0,81

3 lentelė. Kelio sąnario kampo rodiklių kaita

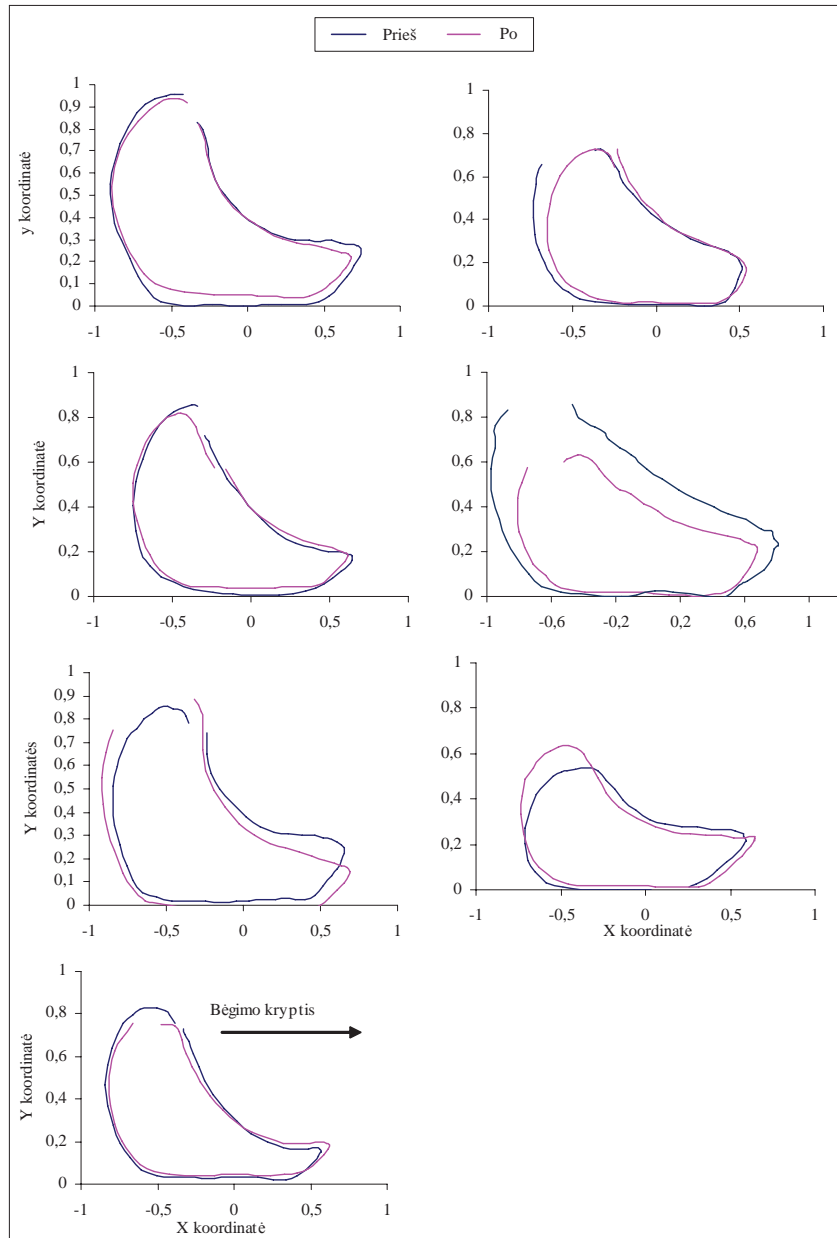
Bėgimas	Kelio kampas atramos pradžioje, %	Kelio sąnario amplitudė	
		Atsispyrimas	Amortizacija
Prieš mezociklą	34,96 ± 4,02	24,94 ± 7,15	17,53 ± 3,93
Po mezociklo	34,70 ± 5,86	22,29 ± 9,16	16,78 ± 5,93
Skirtumo patikimumo lygmuo	0,94	0,08	0,69



3 pav. Klubo ir kelio sąnarių kampo kaita prieš mezociklą ir po jo

**Pastaba.** Klubo sąnario kampas apskaičiuotas vertikalės atžvilgiu. Teigiamos kampo reikšmės rodo klubo lenkimo kampą, neigiamos — tiesimo kampą. Kelio sąnario kampas apskaičiuotas ištiestos kojos atžvilgiu.

4 pav. Pėdos trajektorija klubo sąnario atžvilgiu prieš mezociklą ir po jo



**Pastaba.** Teigiamos pėdos x koordinatės rodo, kad pėdos pirštai yra klubo sąnario priekyje, neigiamos — už klubo sąnario.

lus šlaunies lenkimo kampas mosto metu. Nors šio pokyčio patikimumas siekia 97% ( $p = 0,03$ ), statistinė skirtumo galia nepakankama (skirtumo atmetimo klaida — 61,1%). Kiti bėgimo technikos rodikliai patikimai nesiskyrė, tačiau po mezociklo galima pastebėti tam tikrą bėgimo greičio, žingsnio dažnio ir žingsnio ilgio padidėjimą, atramos ir polėkio trukmės sumažėjimą (1 lent.).

3 paveiksle pateiktos kreivės rodo klubo ir kelio sąnarių kampų kitimo sąveiką (kojos segmentų judėjimo koordinaciją) prieš galingumą ugdančio mezociklo ir po jo. Lyginant kojos sąnarių kampinio judėjimo kreives galima pastebėti tam tikrus individualius sportininkų technikos ypatumus, kurių galingumo ugdymas nepaveikė — po mezociklo kojos segmentų judėjimo koordinacija nepakito.

Tiriamųjų pėdos judėjimo trajektorijos kaita pateikta 4 paveiksle. Po mezociklo kai kurių tirtų sportininkų pėdos judėjimo amplitudė sumažėjo, tačiau judesio piešinys išliko nepakitęs.

## REZULTATŲ APTARIMAS

Iškeltas tyrimo tikslas pareikalavo atsakyti į klausimą, ar aštuonių savaičių galingumo ugdymo mezociklas teigiamai veikia bėgimo techniką. Atliekant analizę buvo pasirinkti literatūroje plačiai pateikiami bėgimo techniniai rodikliai (bėgimo greitis, tempas, žingsnio ilgis, atramos trukmė) ir Lietuvos bėgikių dažniausiai pasitaikančias bėgimo technikos klaidas apibūdinantys rodikliai (šlaunies lenkimo kampas atremties fazės pradžioje, kelio lenkimo kampas amortizacijos fazėje,

šlaunies ir blauzdos tiesimo amplitudė atsispyrimo metu, šlaunies kampinis greitis ir kt. (Satkunskienė, Stanislovaitis, 2004).

Atsižvelgiant į Lietuvos bėgikų technikos trūkumus, buvo tikimasi, kad padidėjęs raumenų galingumas teigiamai paveiks sportininkų techniką. Po galingumą ugdančio mezociklo padidėjęs bėgimo greitis ( $p = 0,08$ ) leidžia manyti, kad sportininkai patyrė teigiamą treniruočių poveikį, raumenų galingumas padidėjo. Tačiau raumenų galingumo padidėjimas savaime nepakeitė bėgimo technikos: bėgimo kinematiniai rodikliai patikimai nekito. Galingumo ugdymas labiausiai paveikė šlaunies mosto amplitudės rodiklius ir kelio sąnario tiesimo laipsnį atsispyrimo metu, tačiau šie pokyčiai bėgimo veiksmingumo reikšmingai nepakeitė.

Aktyvus šlaunies tiesimas atremties pradžioje yra labai svarbus norint padidinti varomąsias jėgas (Wood, 1987). A. Ito ir M. Suzuki (1992) nustatė stiprų koreliacinį ryšį ( $r = 0,78$ ) tarp šlaunies tiesimo greičio atremties pradžioje ir vyrų sprinterių bėgimo greičio rodiklių. Šio autorius duomenimis, šlaunies tiesimo greitis siekė 13,95 rad / s. Atlikto tyrimo duomenimis, po galingumą ugdančio mezociklo šlaunies judėjimo rodikliai atramos fazėje nepakito. Galima išskirti kelias priežastis: mezociklo metu taikytos galingumą ugdančios priemonės nepakankamai veikė

šlaunies tiesiamuosius raumenis; nepakanka vien tik didinti raumenų galingumą, būtina gerinti tarpraumeninę koordinaciją, mokyti naujos bėgimo technikos. Tai patvirtina tyrimo rezultatai — po mezociklo kojos segmentų judėjimo koordinacija nepakito.

M. Čoh ir A. Doleneč (2002) teigia, kad stantant pėdą ant atramos koja turi būti standi, reikia kuo mažiau ją lenkti per kelio sąnarį. Nustatytas vidutinio stiprumo statistinis ryšys tarp blauzdos lenkimo amplitudės amortizacijos fazėje ir bėgimo rezultato rodo neigiamą kelio lenkimo poveikį bėgimo greičiui (Čoh, Doleneč, 2002; Satkunskienė, Stanislovaitis, 2004). Kojos standumą atramos kontakto pradžioje (amortizacijos fazėje) lemia pėdos lenkiamųjų, blauzdos ir šlaunies tiesiamųjų raumenų galingumas ekscentrinio režimo metu. Kadangi po galingumą ugdančio mezociklo kelio lenkimo amplitudė amortizacijos metu nesumažėjo, galima manyti, kad mūsų taikyta galingumo ugdymo programa per mažai akcentavo ekscentrinį raumenų darbą.

## IŠVADOS

Aštuonių savaitių galingumą ugdanti programa sportininkų bėgimo maksimaliuoju greičiu technikos reikšmingai nepaveikė.

## LITERATŪRA

- Bradauskienė, K. (2007). *Sportininkų bėgimo greičio didinimo veiksniai ir technologijų optimizavimas: daktaro disertacija*. Kaunas: LKKA.
- Corn, R. J., Knudson, D. (2003). Effect of elastic-cord towing on the kinematics of the acceleration phase of sprinting. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (1), 72—75.
- Cronin, J., Hansen, K., Kawamori, N., Mcnair, P. (2008). Effects of weighted vests and sled towing on sprint kinematics. *Sports Biomechanics*, 7 (2), 160—172.
- Čoh, M., Doleneč, A. (2002). Kinematic, kinetic and electromyographic characteristics of the sprinting stride of elite female sprinters. In M. Čoh (Ed.), *Application of Biomechanics in Track and Field* (pp. 19—33). Ljubljana: Institute of Kinesiology, Faculty of Sport, University of Ljubljana.
- Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Willems, E. et al. (1995). Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 27, 1203—1209.
- Ito, A., Suzuki, M. (1992). The men's 100 meters. *New Studies in Athletics*, 4, 47—52.
- Johson, M. D., Buckley, J. G. (2001). Muscle power patterns in the mid-acceleration phase of sprinting. *Journal of Sport Science*, 19 (4), 263—272.
- Knicker, A. (1997). Neuromechanics of sprint specific training skills. In J. Wilkerson, K. Liudwig, W. Zimmermann (Eds.), *Biomechanics in Sports XV* (pp. 17—21). Denton, TX: Texas Woman's University Press.
- LeBlanc, J. S., Gervais, P. L. (2004). Kinematics of assisted and resisted sprinting as compared to normal free sprinting in trained athletes. In M. Montagne, D. G. Robertson, and H. Sveistrup (Eds.), *Proceedings of XXII International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 536). Ottawa: University of Ottawa.
- Letzelter, M., Sauerwein, G., Burger, R. (1995). Resistance runs in speed development. *Modern Athlete and Coach*, 33, 7—12.
- Marx, J. O., Ratamess, N. A., Nindl, B. C. et al. (2001). Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 4, 635—643.
- Mcbride, J. M., Mcbride, T. T., Davie, A., Newton, R. U. (2002). The effect of heavy-vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16 (1), 75—82.
- Mero, A., Komi, P. V. (1987). Electromyographic activity in sprinting at speeds ranging from sub-maximal to supra-maximal. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19 (3), 266—274.
- Morrissey, M. C., Harman, E. A., Johnson, M. J. (1995). Resistance training modes: Specificity and effectiveness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27, 648—660.

Newberry, J. E., Flowers, L. (1999). Effectiveness of combining sprint and high-repetition squat resistance training in anaerobic conditioning. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31 (5), 1384.

Satkunskienė, D., Rauktys, D. (2007). Bėgimo palengvintomis sąlygomis poveikis skirtingo meistriškumo sportininkų bėgimo technikai. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 1 (64), 36–43.

Satkunskienė, D., Stanislovaitis, A. (2004). Pasaulio ir Lietuvos elito sprinterių bėgimo žingsnio kinematinį charakteristikų palyginamoji analizė. *Sporto mokslas* 1, 6–13.

Stanislovaitis, A., Stanislovaitienė, J., Kavaliauskienė, E. ir kt. (2008). Didelio meistriškumo sportininkų bėgimo greičio rezultatų kaitos priklausomumas nuo treniruočių krūvio. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 4 (71), 98–103.

Wood, A. (1987). Biomechanical limitations to sprint running. *Medicine and Sport Science*, 25, 58–71.

Zafeiridis, A., Saraslanidis, P., Manou, V., Ioakimidis, P. (2005). The effects of resisted sled-pulling sprint training on acceleration and maximum speed performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45 (3), 284–290.

## THE EFFECT OF POWER TRAINING ON SPRINT RUNNING KINEMATICS

Danguolė Satkunskienė, Donatas Rauktys, Aleksas Stanislovaitis  
Lithuanian Academy of Physical Education, Kaunas, Lithuania

### ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the effect of power training program on sprint kinematics.

Seven volunteer male sprinters (age  $26 \pm 2.51$  y., height  $183 \pm 4.11$  cm, weight  $76 \pm 3.27$  kg, 60 m result 6.77–7.51 s) completed a power training program. The training program was applied 3 times per week for 8 weeks: during the first four weeks training program focused on power endurance, the next four weeks — on power. The power endurance training program consisted of standing jumps, multiple hops and jumps, barrier hops, run up stairs, run up hill, run in place. Exercise intensity was 60–90%, duration — 20 s, 5–10 repetitions with 30–60 s passive rest. The power training consisted of resisted sled-pulling sprinting, depth jump, multiple hops and jumps, block start run and exercises for muscle strength: Lever Seated Calf Raise, Barbell Back Extension, Pec Deck Butterflies, Lever Lying Leg Curl. Exercise intensity was 100%, duration — 10 s, 5–7 repetitions with 3–5 min passive rest, 5 min rest between sets. Before and after the training program the subjects performed 40 m run and the running velocity of 30–40 m was measured. In addition, two full strides were analyzed with one video camera filming the performers in the sagittal plane in maximum speed phase. 100 pictures per second were recorded by using high speed camera BASLER A600f and software TEMPLIO Standard. Contact time, flight time, the angle of thigh relative to the vertical axis, the angle of knee, trajectory of foot were obtained from the video recording by using 4-points, 3-segment leg model with SIMI MOTION 2D software. Stride length and rate, angular displacement and velocity of thigh were calculated. Angle-angle plot was used to analyze the motion of knee joint relative to the motion of hip joint.

Calculations were made using “SPSS 12.0 statistical package” program. Power training program effect was evaluated by Wilcoxon test. The alpha level was set at 0.05, beta error at 20%.

After the power training program maximal thigh angle during swing was significantly smaller. Although this significant change reached 97% ( $p = 0.03$ ), statistical power difference was inadequate (beta error 61.1%). Other running technique variables did not change significantly, however after power training there was some increase in maximal running speed, stride rate and stride length, and decrease in contact and flight time. Some of the athletes’ range of foot movement after power training decreased, but the picture of trajectory did not change. Power training did not have an affect on coordination of leg segments.

**Keywords:** sprint, kinematics, power training.

Gauta 2009 m. sausio 28 d.  
Received on January 28, 2009

Priimta 2009 m. kovo 5 d.  
Accepted on March 5, 2009

Danguolė Satkunskienė  
Lietuvos kūno kultūros akademija  
(Lithuanian Academy of Physical Education)  
Sporto g. 6, LT-44221 Kaunas  
Lietuva (Lithuania)  
Tel +370 686 17424  
E-mail d.satkunskiene@lkka.lt